

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-090433

(43)Date of publication of application : 10.04.1998

(51)Int.Cl.

G01V 3/12

E21D 9/06

G01S 13/88

(21)Application number : 08-248034

(71)Applicant : FUJI CHICHIYUU JOHO KK

(22)Date of filing : 19.09.1996

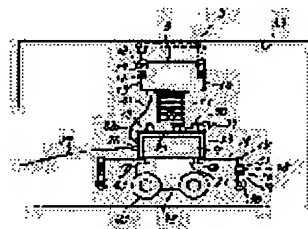
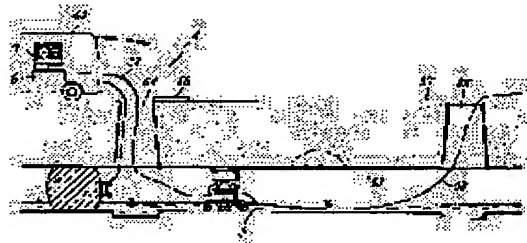
(72)Inventor : IKEDA MASATAKA

(54) HOLLOW DETECTING DEVICE AND RADAR-MOUNTED VEHICLE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a hollow detecting device and radar-mounted vehicle which can detect hollows existing around a large-diameter buried pipe with high accuracy.

SOLUTION: A hollow detecting device 4 is constituted of a radar-mounted vehicle 5 which is mounted with radar equipment that radiates electromagnetic waves and detects cavities, etc., from the reflected waves of the electromagnetic waves and can freely move in a large-diameter buried pipe, a controller 6 which controls the driving, etc., of the vehicle 5, and a display 7 which displays and outputs the positions of detected hollows, distance to the hollows, detected pictures, etc. The vehicle 5 is constituted of an antenna 8 which radiates the electromagnetic waves and recovers reflected waves, a radar main body 9 which analyzes the reflected waves, an antenna housing body 10 which houses the antenna 8, an antenna elevating/lowering mechanism 11 which moves the antenna housing body 10 in the vertical direction, and a mounting truck 13 which runs in a large-diameter buried pipe.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-90433

(43) 公開日 平成10年(1998) 4月10日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

G 0 1 V 3/12

G 0 1 V 3/12

B

E 2 1 D 9/06

3 0 1

E 2 1 D 9/06

3 0 1 Z

G 0 1 S 13/88

G 0 1 S 13/88

G

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-248034

(22) 出願日 平成8年(1996) 9月19日

(71) 出願人 391044410

フジ地中情報株式会社

東京都千代田区神田和泉町1番地11号

(72) 発明者 池田 雅孝

東京都千代田区神田和泉町1番地11 フジ
地中情報株式会社内

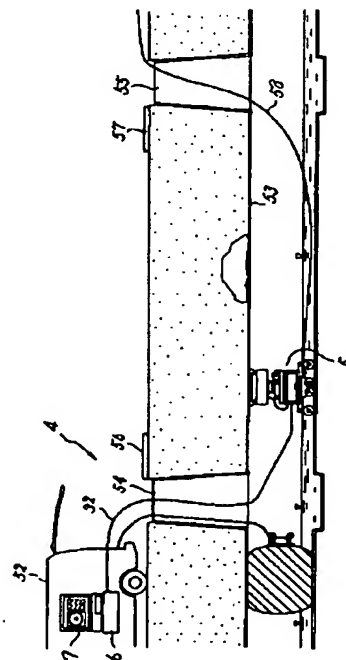
(74) 代理人 弁理士 竹内 三郎 (外1名)

(54) 【発明の名称】 空洞探査装置及びレーダ搭載車

(57) 【要約】

【課題】 大口径埋設管の周囲に存在する空洞を高精度で探査することのできる空洞探査装置及びレーダ搭載車を提供する。

【解決手段】 電磁波を発射してその反射波から空洞等を探査するレーダ装置を搭載し、大口径埋設管内を移動自在としたレーダ搭載車5と、前記レーダ搭載車5を駆動する等の駆動制御を実行する制御装置6と、空洞の位置や距離及び探査画像等を表示出力するディスプレイ7とより空洞探査装置4を構成する。レーダ搭載車5は、電磁波を発射し反射波を回収するアンテナ8と、反射波を解析するレーダ本体9と、前記アンテナ8を収納するアンテナ収納体10と、前記アンテナ収納体10を上下方向に移動させるアンテナ昇降機構11と、大口径埋設管内を走行する搭載台車13とから構成される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電磁波を発射してその反射波から空洞等を探索するレーダ装置を搭載し、大口徑埋設管内を移動自在としたレーダ搭載車と、前記レーダ搭載車を駆動する等の駆動制御を実行する制御装置と、空洞の位置や距離及び探索画像等を表示出力するディスプレイとより構成される空洞探索装置。

【請求項2】 電磁波を発射し反射波を回収するアンテナと、反射波を解析するレーダ本体と、前記アンテナを収納するアンテナ収納体と、前記アンテナ収納体を上下方向に移動させるアンテナ昇降機構と、大口徑埋設管内を走行する搭載台車とからなるレーダ搭載車。

【請求項3】 前記アンテナ収納体を所定角度傾斜させるアンテナ傾斜機構を装備したことを特徴とする請求項2に記載のレーダ搭載車。

【請求項4】 前記搭載台車を安定的に走行させる台車姿勢安定機構を装備したことを特徴とする請求項2又は3に記載のレーダ搭載車。

【請求項5】 小型テレビカメラを搭載したことを特徴とする請求項2乃至4いずれかに記載のレーダ搭載車。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、大口徑下水道管等の大口徑埋設管の周囲に存在する空洞を探索する空洞探索装置及びレーダ搭載車に関する。

【0002】

【従来の技術】近年における流域下水道事業の拡大とともに、幹線管渠として多数の大口徑下水道管が敷設されるようになってきた。このような大口徑下水道管は十分な基礎工事の下で埋設されるため、当初においてその周囲に空洞が発生することは少ないが、年月と共に車両通行による振動、雨水の侵入等によってその周囲の土砂が流動し、小さな空洞が発生することがある。この空洞が成長すると、特に大口徑下水道管は主要幹線道路直下に埋設されるため、道路の陥没による重大事故を引き起こしかねず、安全対策面から空洞探索の必要性が認識されている。

【0003】このような地中にある空洞を探索する方法としては、従来、地表面に設置したレーダ装置のアンテナより地中に向けて電磁波を発射し、その反射波を捕捉することによって、地中にある空洞を探索する方法が知ら

$$t = 2d/v$$

が成り立ち、この式を用いれば、反射波の伝播時間 t より物性境界面 B_o までの深さ d が求まる。電磁波の伝播

$$v = c / (\epsilon \mu)^{1/2}$$

の関係を用いるかの何れかの方法により決定することができる。但し、 c は真空中の光速、 ϵ 及び μ は媒質の誘電率及び透磁率である。

【0008】例えば図2(A)に示す如く、地中深さ d のところに周囲と異なる物性の球状の物体 O_b (半径

*られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記のような地表面からの探索では、大口徑埋設管とその周囲に発生した小さな空洞を識別することは困難であり、空洞を見落とすなどして、高精度の探索ができないという問題があった。また、レーダによる探索方法では探索可能な範囲が地表面から地中深さ $2m$ 程度までに限られるため、約 $5m$ 程度までの深さに埋設される大口徑下水道管の場合には、その周囲に存在する空洞を探索できないという問題もあった。

【0005】本発明は、従来の技術の有するこのような問題点に鑑み、大口徑下水道管等の大口徑埋設管の周囲に存在する空洞を高精度で探索することのできる空洞探索装置及びレーダ搭載車を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】まず、レーダーによる空洞探索方法の原理を説明する。地中の各場所において物性(ここでは電磁波の電波特性をいう)が異なれば、その物性境界面において電磁波は反射、屈折、散乱する。レーダーによる空洞探索方法の原理は、この物性境界面における電磁波の反射を観測し、その観測記録から逆に地中の物性境界面の分布を推定しようとするものである。すなわち、地上に直線状の測線を設定し、その測線上に極めて小さな間隔で多数の測点 O を設け、これら測点 O において順次、図1に示す如く、アンテナ1より地中に向けて電磁波を発射し、物性境界面 B_o におけるその反射波をほぼ同一の地上の点においてアンテナ1により捕捉する。ここで、反射波の伝播時間と反射面(物性境界面 B_o) までの深さは比例するから、捕捉した反射波を制御装置2により処理して反射波の記録(反射波の時間変化の記録)とし、これら反射波の記録を測点 O 順に並べてディスプレイ3上に表示すれば、その表示(以下、探索画像という)は測点 O 下の地中の物性境界面 B_o の分布に対応したものとなる。よって、この探索画像を解析することにより、地上において地中の状態を調べることができることになる。

【0007】発射した電磁波が物性境界面 B_o において反射して戻ってくるまでの時間(反射波の伝播時間)を t 、地表面から地中の反射面(物性境界面 B_o) までの深さを d 、電磁波の伝播速度を v とすると、

$$\dots (1)$$

※速度 v は、弾性波探索(屈折法)と同様の測定を行うか、

$$\dots (2)$$

r が存在する場合、その物体 O_b の直上を通過する測線上で実施したレーダーによる観測記録は、図2(B)に示したようになる。すなわち、その物体 O_b の直上点から距離 x 離れた点における反射波の伝播時間 t は、式(1)より、

3

$$t = 2 \{ (d^2 + x^2)^{1/2} - r \} / v$$

4

... (3)

であるから、測線上の各点で観測した反射波の記録を時間軸の原点 ($t = 0$) を揃えて順に並べれば、反射波の伝播時間 t は、図2 (B) に示すような双曲線として表示される。これを反射波の双曲線パターンという。尚、地中空洞も含めて、地中に存在する塊状或いは棒状の物体をレーダーにより探査する場合、この双曲線パターンが探査画像を解析する際の基本となるが、実際には塊状或いは棒状の物体の周辺形状は不均一であることが多く、双曲線パターンも乱れたものとなる。

【0009】ところで、測点Oを地上に設けると、複数の探査対象Obが近接している場合には、それらを識別するのが困難となることがある。また、測点Oを地上に設けると、探査対象Obが深い位置にある場合には、反射波が微弱となって探査不能となることもある。一方、探査対象Obとの位置関係が明確であり、連続的に測点Oを設定できるのであれば、測点Oを地中に設けることは何ら差し支えない。そこで、本発明の空洞探査装置は、測点Oを地中に埋設された大口径下水道管等の大口径埋設管内に設定し、各測点Oにおいて管外に電磁波を

発射し、その反射波を観測することにより大口径埋設管の周囲に発生した空洞を探査する、という探査原理を適用したものである。

【0010】かかる探査原理を適用した本発明の空洞探査装置は、電磁波を発射してその反射波から空洞等を探査するレーダ装置を搭載し、大口径埋設管内を移動自在としたレーダ搭載車と、前記レーダ搭載車を駆動する等の駆動制御を実行する制御装置と、空洞の位置や距離及び探査画像等を表示出力するディスプレイとより構成されるものである。

【0011】又、本発明のレーダ搭載車は、電磁波を発射し反射波を回収するアンテナと、反射波を解析するレーダ本体と、前記アンテナを収納するアンテナ収納体と、前記アンテナ収納体を上下方向に移動させるアンテナ昇降機構と、大口径埋設管内を走行する搭載台車とから構成されるものである。

【0012】上記レーダ搭載車には、前記アンテナ収納体を所定角度傾斜させるアンテナ傾斜機構を装備させ、前記搭載台車を安定的に走行させる台車姿勢安定機構を装備させることが好ましい。又、小型テレビカメラを搭

載してもよい。

【0013】
【発明の実施の形態】次に、本発明の空洞探査装置及びレーダ搭載車の一実施形態について、図面を参照して説明する。

【0014】空洞探査装置4は、図3に示すように、電磁波を発射してその反射波を解析するレーダ装置を搭載し、大口径埋設管内を移動自在としたレーダ搭載車5と、レーダ搭載車5を駆動する等の駆動制御を実行する

出力するディスプレイ7とより構成される。

【0015】レーダ搭載車5は、図4乃至図6に示すように、電磁波を発射し反射波を回収するアンテナ8と、反射波を解析するレーダ本体9と、アンテナ8を収納するアンテナ収納体10と、アンテナ収納体10を上下方向に移動させるアンテナ昇降機構11と、アンテナ収納体10を所定角度傾斜させるアンテナ傾斜機構12と、大口径埋設管内を走行する搭載台車13と、搭載台車13を安定的に走行させる台車姿勢安定機構14とから構成される。

【0016】アンテナ8としては、中心周波数500MHz、外形寸法150×300×360mmのGSSI社製MODEL3102を、レーダ本体9としては、測定レンジ5～2000nsec、スキャンレート8～64スキャン/secのGSSI社製SYSTEMIIを使用した。

【0017】アンテナ収納体10は、上端を開放した箱体であって、上方よりアンテナ8を挿入し、アンテナ8の上端部を突出させた状態で固定できるようにしてある。アンテナ収納体10の両側面の前後部にはローラ取付部材15を固着し、このローラ取付部材15に圧縮バネ16を介してローラ支持部材17を上下方向に可動自在に連結してある。そして、このローラ支持部材17に案内ローラ18を軸支してある。又、アンテナ収納体10にアンテナ8を固定した時、アンテナ8の上面と案内ローラ18の上端面との高低差を5cm以下に設定してある。

【0018】アンテナ昇降機構11は、図4乃至図6に示すように、支持体19に下端部を固定し、上端部を前記アンテナ収納体10の底面に固定したジャッキであって、ハンドル軸20を回転することにより伸縮して、アンテナ収納体10を上下方向に移動できるようになっている。

【0019】アンテナ傾斜機構12は、図6に示すように、前記支持体19の支軸21にブリー22を固定し、アンテナ傾斜用モータ23の軸23aにブリー24を固定し、これらブリー22、24にベルト25を掛け渡したものであり、アンテナ傾斜用モータ23を作動させることにより支軸21を回動させ、アンテナ収納体10を所定角度傾斜できるようになっている。ここで、アンテナ収納体10は、支軸21を中心として左右に15°程度傾斜できるのが好ましい。

【0020】搭載台車13は、図4乃至図6に示すように、上部筐体26、中間部筐体27及び下部筐体28とよりなる。図4及び図5に示すように、上部筐体26の上面前部には小型テレビカメラ29とライト30を載置し、内部には前記レーダ本体9を格納してある。そして、アンテナ収納体10内のアンテナ8と上部筐体26内のレーダ本体9とをアンテナ用ケーブル31で接続

し、後面には電源兼モニター用ケーブル32の一端部を接続してある。図4乃至図7に示すように、下部筐体28の両側の前後部には車輪33を配設してあり、内部には搭載台車駆動用モータ34を配設し、その軸34aに固定したブリー35、ベルト36、ブリー37、可変減速機構38を介して、駆動力を車軸39に伝達する駆動機構40を構成してある。又、車軸39にはエンコーダ41を連結してある。さらに、下部筐体28の底面には垂42を装着自在とし、前後面にはロープ装着部材43を固着してある。

【0021】台車姿勢安定機構14は、図4乃至図6に示すように、中間部筐体27に設置されており、前後方向に伸縮自在とした前後伸縮支持杆44の先端部に支持体45を固定し、この支持体45の両側端部に左右方向に伸縮自在とした左右伸縮支持杆46を配設してある。左右伸縮支持杆46の先端部には傾斜自在とした支持軸47を枢支し、この支持軸47に圧縮バネ48を介して支持部材49を取り付け、この支持部材49に補助車輪50を軸支してある。尚、支持軸47には調整部材51を螺合してあり、調整部材51を適宜回転することにより、支持部材49を上下動できるようにしてある。

【0022】制御装置6及びディスプレイ7は、図3に示すように、大口径下水道管外の空洞探査装置搭載車両52内に設置され、制御装置6には前記電源兼モニター用ケーブル32の他端部を接続してある。尚、ディスプレイ7は、画面が2分割表示可能であり、探査画像及び管内映像を同時に表示出力できるようになっている。

【0023】次に、本発明の空洞探査装置4及びレーダ搭載車5の作用を、以下に使用方法とともに説明する。

【0024】先ず、大口径下水道管53の上流側のマンホール54及び下流側のマンホール55の蓋56、57を取り外し、上流側のマンホール54の開口よりガイドロープ58の一端部を降下させ、大口径下水道管53内を通過させ、下流側のマンホール55の開口より取り出す。そして、ガイドロープ58の一端部はウインチ（図示せず）等に固定しておく。

【0025】上流側のマンホール54近傍に空洞探査装置搭載車両52の後部を位置させ、後部ドアを開いてレーダ搭載車5を取り出し、レーダ搭載車5の前面のロープ装着部材43に前記ガイドロープ58の他端部を結着する。その後、レーダ搭載車5を台車（図示せず）等に載せ、その台車の四隅部にワイヤー等を結着して、レーダ搭載車5を載せた台車をマンホール54内に降下させ、大口径下水道管53の底壁に到達させる。

【0026】次に、大口径下水道管53内の作業者は、図4乃至図6に示すように、前後伸縮支持杆44、左右伸縮支持杆46を適宜伸長し、支持軸47を適宜傾斜させ、調整部材51を適宜回転して、各補助車輪50を大口径下水道管53の下部壁面の適宜位置に当接させて、レーダ搭載車5の姿勢を安定状態とする。そして、ハン

ドル軸20を回転してアンテナ収納体10を上方に移動し、大口径下水道管53の上部壁面に案内ローラ18を当接させて、大口径下水道管53の上部壁面とアンテナ8の上面とのクリアランスを5cm以下に設定する。

【0027】さらに、レーダ搭載車5の後面のロープ装着部材43に別のガイドロープの一端部を結着した後、制御装置6を操作して搭載台車駆動用モータ34を作動させ、レーダ搭載車5を所定速度で走行させる。走行時、アンテナ収納体10の圧縮バネ16、台車姿勢安定機構14の圧縮バネ48は緩衝作用を果たすから、大口径下水道管53内に若干の凹凸があってもレーダ搭載車5の走行には支障はない。

【0028】レーダ搭載車5を大口径下水道管53の上流側のマンホール54から下流側のマンホール55へと走行させつつ、アンテナ8により電磁波を送受信することにより、ディスプレイ7には探査画像が連続的に表示出力される。車軸39にエンコーダ41を連結してあるから、その探査画像が大口径下水道管53のどの位置におけるものかも一目で分かるようになっている。又、ディスプレイ7は2分割表示できるので、小型テレビカメラ29により大口径下水道管53内の映像も連続的に表示出力され、空洞探査と同時に、大口径下水道管53内の損傷、漏水箇所を容易に把握することもできる。

【0029】レーダ搭載車5が下流側のマンホール55まで到達したら、マンホール55の開口より取り出し、再度、上流側のマンホール54内に降下させる。そして、作業者は、図4乃至図6に示すように、上記と同様な設定作業に加え、アンテナ傾斜用モータ23を作動させてアンテナ収納体10を所定角度傾斜させる。その後、上記と同様に、制御装置6を操作して搭載台車駆動用モータ34を作動させ、レーダ搭載車5を所定速度で走行させ、空洞探査を実施する。

【0030】

【発明の効果】本発明の空洞探査装置及び当該装置用レーダ搭載車によれば、大口径下水道管等の大口径埋設管の周囲に存在する空洞を高精度で探査することができ、道路の陥没による重大事故を防止できる等、効果的な安全対策を施すことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】レーダーを用いた地中探査方法の概念図である。

【図2】レーダーを用いて地中の物体を探査する方法を説明する図であり、(A)は地中に球状の物体が存在する場合の断面図であり、(B)はその球状の物体を探査した場合の探査画像を示す図である。

【図3】本発明の空洞探査装置の使用状態図である。

【図4】本発明のレーダ搭載車の側面図である。

【図5】本発明のレーダ搭載車の正面図である。

【図6】本発明のレーダ搭載車の背面図である。

【図7】本発明のレーダ搭載車の下部筐体の拡大図であ

10

20

30

40

50

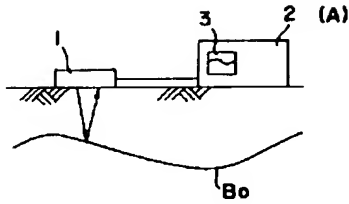
る。

【符号の説明】

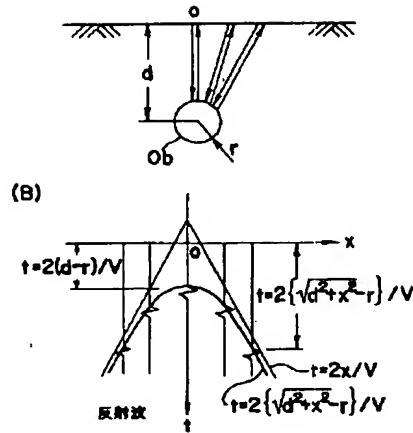
- 4 空洞探査装置
5 レーダ搭載車
6 制御装置
7 ディスプレイ

- * 8 アンテナ
9 レーダ本体
10 アンテナ収納体
11 アンテナ昇降機構
12 アンテナ傾斜機構
* 13 搭載台車

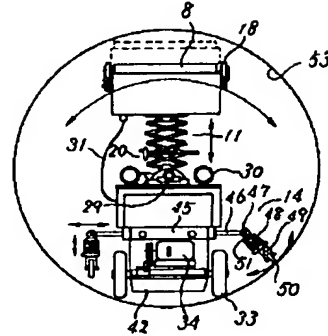
【図1】



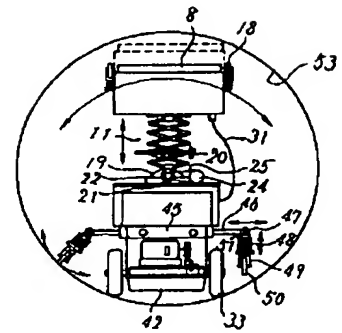
【図2】



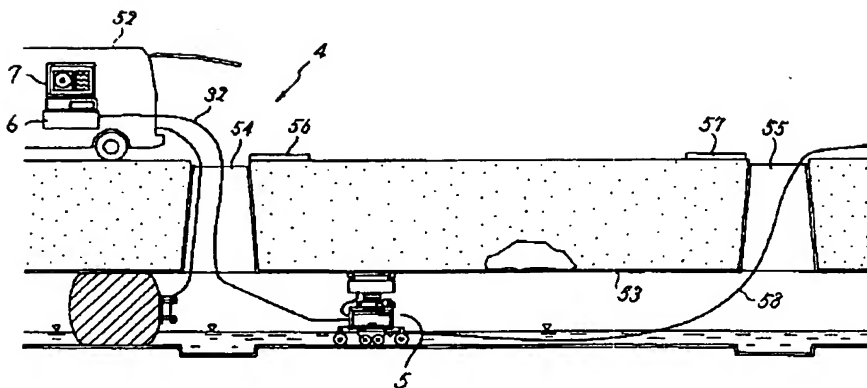
【図5】



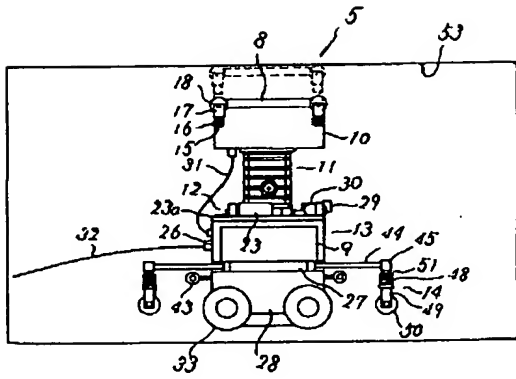
【図6】



【図3】



【図4】



【図7】

